植 物 分 类 与 资 源 学 报 2014，**36**（3）：271～278
Plant Diversity and Resources DOI：10.7677/ynzwyj201413158

贵州施秉喀斯特世界自然遗产提名地苔藓植物区系特征*

李晓娜[1,2**]，龙明忠[3,4**]，刘 洋[1,2]，陆亚一[1,2]
（1 贵州师范大学中国南方喀斯特研究院，贵州 贵阳 550001；2 贵州师范大学贵州省喀斯特山地生态环境国家重点实验室培育基地，贵州 贵阳 550001；3 南京大学地理与海洋科学学院，江苏 南京 210093；4 贵州民族大学宣传部，贵州 贵阳 550025）

摘要：由于地理环境优越、海拔跨度大、生境异质性高、人为影响小等原因，贵州施秉喀斯特世界自然遗产提名地的苔藓植物丰富，共有 50 科 128 属 286 种（含变种和亚种），其中苔类 17 科 23 属 43 种，藓类 33 科 105 属 243 种。其优势科、属均反映了该区系的温带向热带过渡的性质。区系地理成分分析结果显示，该区苔藓植物北方温带成分、热带成分和东亚成分分别占 37.12%、31.82% 和 30.30%，其中中国特有分布型占 12.12%，反映了施秉喀斯特苔藓植物区系具有温热并重、东亚色彩浓厚、特有性较高的特征。通过对施秉喀斯特与其它五个区域的苔藓区系进行对比发现，施秉苔藓区系丰富度高，与同为云贵区的香纸沟、马岭河、罗平喀斯特地区亲缘关系最近。

关键词：苔藓植物区系；地理成分；物种丰富度；施秉喀斯特世界自然遗产提名地
中图分类号：Q 948 **文献标识码**：A **文章编号**：2095-0845(2014)03-271-08

Bryoflora Characteristics of Shibing Karst World Natural Heritage Nominated Property in Guizhou*

LI Xiao-Na[1,2**], LONG Ming-Zhong[3,4**], LIU Yang[1,2], LU Ya-Yi[1,2]
(1 *Institute of South China Karst*, *Guizhou Normal University*, Guiyang 550001, China; 2 *The State Key Laboratory Incubation Base for Karst Mountain Ecology Environment of Guizhou Province*, *Guizhou Normal University*, Guiyang 550001, China; 3 *School of Geographic and Oceanographic Science*, *Nanjing University*, Nanjing 210093, China; 4 *Propaganda Department of the Party Committee*, *Guizhou Minzu University*, Guiyang 550025, China)

Abstract: Shibing karst World Natural Heritage nominated property is rich in bryophytes because of its superior geography, huge elevation difference, high heterogeneity in habitats, and little human disturbance. A total of 286 species of bryophytes (including subspecies and varieties) in 128 genera, 50 families were found. There were 43 species of Hepaticae in 23 genera, 17 families and 243 species of Musci in 105 genera, 33 families. Both the dominant families and genera suggest that the bryoflora of Shibing karst area is transitional between temperate zone and tropic. The phytogeographical elements were dominated by northern temperate elements (37.12%), tropical elements (31.82%) and eastern Asia elements (30.30%), while area-pattern of endemic to China occupied 12.12%. Therefore, the bryoflora of Shibing karst area is of the nature of both the temperate and tropical elements, and possessed strong eastern-Asia colour and relatively high endemism. The results of comparison with other five sites show

---

* 基金项目：国家自然科学基金（41003037）；国家世界自然遗产申报项目（建城［2005］115 号//建城景函［2012］175 号）；贵州省科学技术基金项目（黔科合 J 字［2009］2284 号）；贵州省科技计划课题（黔科合 SY 字［2012］3174 和 3184 号）和贵州师范大学资助博士科研项目（李晓娜）
** 同为第一作者
收稿日期：2013-07-29，2013-11-18 接受发表
作者简介：李晓娜（1980-）女，博士，副教授，主要从事苔藓植物、喀斯特生态环境等教学和科研工作。E-mail：maidoulxn413@163.com
龙明忠（1979-）男，在读博士，讲师，主要从事岩溶、喀斯特水土保持等研究。E-mail：lmzlucky@163.com

that the species abundance of Shibing karst area was higher and its bryoflora was most similar to Xiangzhigou, Malinghe and Luoping karst areas in Yunnan-Guizhou Bryological Region.

Key words: Bryoflora; Phytogeographical element; Species abundance; Shibing Karst World Natural Heritage nominated property

继2007年6月27日"中国南方喀斯特"(第一期,包含贵州荔波喀斯特、云南石林喀斯特、重庆武隆喀斯特三地)在第31届世界遗产大会上审议通过并正式列入"世界遗产名录"之后,贵州施秉喀斯特于2008年被正式列为贵州省申报"中国南方喀斯特"第二批世界自然遗产提名预选地。2012年7月,"中国南方喀斯特"第二期申报工作得到实质性开展,2013年3月6日联合国教科文组织世界遗产中心正式受理此申报项目。在未被正式列入"世界遗产名录"之前,重庆金佛山喀斯特、贵州施秉喀斯特、广西环江喀斯特和桂林喀斯特四地均为"中国南方喀斯特"第二期世界自然遗产提名地。

位于贵州省施秉县的施秉喀斯特提名地由舞阳河国家级风景名胜区的云台山景区、杉木河景区、生态水源涵养区三大片区组成,地处从低海拔到中等海拔、从高原喀斯特到低山丘陵喀斯特的逐渐过渡地带,具有春暖夏凉、四季如春、降水丰沛的中亚热带山地湿润气候特点,年均气温约16 ℃,年均降水量约1 220 mm。区内白云岩喀斯特发育强烈,地形破碎;地势北高南低,海拔高程593~1 246 m,平均海拔912 m;地表水发育;土壤主要为白云岩风化形成的石灰土。施秉喀斯特提名地保存和发育了大面积的原生森林植被和多样化的生态系统,山体中下部形成原始的中亚热带常绿阔叶林生态系统,在山脊和山体顶部形成山地常绿硬叶林和针叶林,森林覆盖率达93.95%。

作为先锋植物,苔藓不仅是区域内生物多样性和森林群落的重要组成部分,还与当地森林生态的演替密切相关(胡人亮,1987)。因此,研究施秉喀斯特提名地的苔藓植物对于从生物多样性和生态过程方面补充提炼世界自然遗产突出普遍价值具有一定意义。张朝晖等(1997)曾对施秉云台山喀斯特地区(包括杉木河、云台山、黑冲三个片区)的苔藓种类做了初步调查,报道了苔藓植物31科93属147种,较为丰富。但由于提名地面积(283 km^2)远大于当时的调查面积(210 km^2),边界亦做过调整,因此本文对区内的苔藓植物物种资源进行调查,并对其区系特征进行研究,旨在为进一步深入研究该区苔藓起源、演化和生态过程等积累基础数据和资料,并为该区申报世界自然遗产地及生物多样性保护工作提供数据和理论参考。

1 研究方法

先后4次对该区进行苔藓植物标本的野外采集工作,共采集不同海拔、不同生境的标本千余号。后经通风阴干,标本被存柜并在解剖镜和显微镜下进行观察,参阅《中国苔藓志》、《Moss Flora of China》、其它地方苔藓志以及其它文献资料(吴征镒,1983,1991;王荷生,1992;Holz 和 Gradstein,2005;Zhang 和 Corlett,2003;吴征镒等,2011)进行苔藓植物物种和区系地理成分鉴定。

物种丰富度的对比分析中所利用的丰富度指数计算公式如下(X_{ij}—k个地区中第i个地区n个分类单元中的第j个分类单位数据,$\overline{X}_{ij}$—k个地区中n个分类单位中第j个分类单位的数据平均值,n—分类阶层数):

$$S_j = \sum_{j=1}^{n} \frac{X_{ij} - \overline{X}_{ij}}{\overline{X}_{ij}}$$

区系分析中所用的区系成分比率(FER)公式为:FER=(FEi/T)×100%。其中,FEi为某区系中第i个区系成分的分类群数,T为某区系中分类群的总数,世界分布类型均不列入计算。

2 苔藓植物区系组成

经鉴定,贵州施秉喀斯特世界自然遗产提名地共有苔藓植物50科128属286种(含变种和亚种);其中苔类17科23属43种,藓类33科105属243种,没有发现角苔类。地理位置、海拔垂直分布、人类保护等因素使得该区的苔藓植物十分丰富(吴鹏程和贾渝,2006)。

2.1 科的组成分析

将各科所含种数的多少划分为4个等级,如表1所示。区内苔藓植物所含种数大于10的多型科有7个,所含种数占总种数的53.85%,将

其视为优势科（表2），分别为丛藓科 Pottiaceae（44种）、青藓科 Brachytheciaceae（35种）、灰藓科 Hypnaceae（19种）、羽藓科 Thuidiaceae（17种）、真藓科 Bryaceae（16种）、提灯藓科 Mniaceae（12种）和蔓藓科 Meteoriaceae（11种）。种数在6~10之间的多型科共有8个，分别为凤尾藓科 Fissidentaceae（9种）、牛舌藓科 Anomodontaceae（8种）、绢藓科 Entodontaceae（8种）、瘤冠苔科 Aytoniaceae（6）、曲尾藓科 Dicranaceae（6）、珠藓科 Bartramicaceae（6）、平藓科 Neckeraceae（6）、金发藓科 Polytrichaceae（6）。少型科（2~5种）共有19科，所含种数占总种数的20.63%，分别为扁萼苔科 Radulaceae（5种）、地钱科 Marchantiaceae（5种）、白发藓科 Leucobryaceae（5种）、孔雀藓科 Hypopterygiaceae（5种）、叶苔科 Jungermanniaceae（4种）、地萼苔科 Geocalycaceae（4种）、蕨藓科 Pterobryaceae（4种）、指叶苔科 Lepidoziaceae（3种）、护蒴苔科 Calypogeaceae（3种）、葫芦藓科 Funariaceae（3种）、薄罗藓科 Leskeaceae（3种）、柳叶藓科 Amblystegiaceae（3种）、光萼苔科 Porellaceae（2种）、细鳞苔科 Lejeuneaceae（2种）、蛇苔科 Conocephalaceae（2种）、缩叶藓科 Ptychomitriaceae（2种）、扭叶藓科 Trachypodaceae（2种）、木藓科 Thamnobryaceae（2种）、锦藓科 Sematophyllaceae（2种）。单型科共有16个，占了总科数的34.00%，分别为齿萼苔科 Lophocoleaceae、羽苔科 Plagiochilaceae、耳叶苔科 Frullaniaceae、小叶苔科 Fossombroniaceae、绿片苔科 Aneuraceae、光苔科 Cythodiaceae、魏氏苔科 Wiesnerellaceae、牛毛藓科 Ditrichaceae、大帽藓科 Encalyptaceae、紫萼藓科 Grimmiaceae、木灵藓科 Orthotrichaceae、卷柏藓科 Racopilaceae、蔓枝藓科 Bryowijkiaceae、万年藓科 Climaciaceae、碎米藓科 Fabroniaceae、塔藓科 Hylocomiaceae。

区内优势科（≥10种）有7个（表2）。其中，灰藓科、真藓科、羽藓科是世界广布的大科，丛藓科、青藓科、提灯藓科的种类则多为温带分布，蔓藓科分布在赤道南北30°纬度内，是典型的热带亚热带类群。反映了该区苔藓植物既有温湿特点，又有热带性质，这与当地的地理位置以及中亚热带季风湿润气候特征相一致。

2.2 属的组成分析

将各属所含种数的多少划分为4个等级，如表3所示。区内苔藓植物所含种数大于10的多型属有2个，分别是青藓属 *Brachythecium*（14种）

表1 贵州施秉喀斯特世界自然遗产提名地苔藓植物科的分级统计

Table 1 Grade statistics of bryophyte families in Shibing karst area

级别（所含种数）Grade（Species number）		科 Family		种 Species	
		数量 Number/个	比例 Percentage/%	数量 Number/个	比例 Percentage/%
单型科 Monotypic families	（1）	16	32.00	16	5.59
少型科 Oligotypic families	（2~5）	19	38.00	60	20.98
多型科 Polytypic families	（6~10）	8	16.00	56	19.58
	（>10，优势科）	7	14.00	154	53.85
总计		50	100	286	100

表2 贵州施秉喀斯特世界自然遗产提名地苔藓植物优势科

Table 2 The dominant families of bryophytes in Shibing karst area

序号 No.	优势科名 Dominant family	属数 Genus number	种数 Species number	占总种数百分比/% Percentage in species	序号 No.	优势科名 Dominant family	属数 Genus number	种数 Species number	占总种数百分比/% Percentage in species
1	丛藓科 Pottiaceae	17	44	15.38	5	真藓科 Bryaceae	6	16	5.59
2	青藓科 Brachytheciaceae	10	35	12.24	6	提灯藓科 Mniaceae	2	12	4.20
3	灰藓科 Hypnaceae	11	19	6.64	7	蔓藓科 Meteoriaceae	5	11	3.85
4	羽藓科 Thuidiaceae	4	17	5.94	总计 Total		55	154	53.85

表3 贵州施秉喀斯特世界自然遗产提名地苔藓植物属的分级统计

Table 3 Grade statistics of bryophyte genera in Shibing karst area

级别（所含种数）Grade（Species number）		属 Genus		种 Species	
		数量 Number/个	比例 Percentage/%	数量 Number/个	比例 Percentage/%
单型属 Monotypic genera	（1）	78	60.94	78	27.27
少型属 Oligotypic genera	（2~5）	40	31.25	125	43.71
多型属 Polytypic genera	（6~10）	8	6.25	58	20.28
	（>10）	2	1.56	25	8.74
总计 Total		128	100	286	100

和匐灯藓属 *Plagiomnium*（11 种）；种数在 6~10 之间的多型属有 8 个，如真藓属 *Bryum*（10 种）、凤尾藓属 *Fissidens*（9 种）、小石藓属 *Weisia*（7 种）、美喙藓属 *Eurhynchium*（7 种）、绢藓属 *Entodon*（7 种）、净口藓属 *Gymnostomum*（6 种）、扭口藓属 *Barbula*（6 种）、羽藓属 *Thuidium*（6 种）；种数在 2~5 之间的少型属有 40 个，占总属数的 31.25%，所含种数占总种数的 43.71%，如扁萼苔属 *Radula*（5 种）、地钱属 *Marchantia*（5 种）、泽藓属 *Philonotis*（5 种）、麻羽藓属 *Claopodium*（5 种）等；单型属有 78 个，占总属数的 60.94%，如酸土藓属 *Oxystegus*、卷柏藓属 *Racopilum*、细枝藓属 *Lindbergia*、羊角藓属 *Herpetineuron* 和鼠尾藓属 *Myuroclada* 等。

该区的苔藓植物优势属（≥5 种）有 17 个（表4），共含 118 种，占所有苔藓种数的 41.26%。其中，真藓属、绢藓属、小石藓属、地钱属为世界广布属，扭口藓属、匐灯藓属、净口藓属、美喙藓属、青藓属、灰藓属 *Hypnum* 主要分布在温湿地带，凤尾藓属、长喙藓属 *Rhynchostegium*、扁萼苔属、泽藓属、羽藓属、麻羽藓属分布在温带及热带亚热带地区，白发藓属 *Leucobryum* 则为热带亚热带属。从优势属组成可以看出，施秉喀斯特苔藓植物区系具有过渡性质，以温带成分为主，热带亚热带成分也占有较大比例，这与优势科组成的分析结果相一致。

3 苔藓植物区系的地理成分

施秉喀斯特提名地的苔藓植物区系复杂，除中亚分布型外的其它 14 种分布型均有（表5），每个物种的区系地理成分类别详见名录（http://journal.kib.ac.cn/UserFiles/File/LXN.pdf）。其中，北温带分布型居首，所占比例为 29.92%；热带亚洲分布型次之，占 23.86%；东亚分布型居第 3 位，占 18.18%。另外，中国特有分布型也具有一定数量，占 12.12%（居第 4 位），反映了该地区植物区系的特殊性及古老性，对研究中国西南苔藓植物的起源与演化具有重要意义。

表4 贵州施秉喀斯特世界自然遗产提名地苔藓植物优势属

Table 4 The dominant genera of bryophytes in Shibing karst area

序号 No.	属名 Genus	种数 Species number	百分比 /% Percentage
1	青藓属 *Brachythecium*	14	4.90
2	匐灯藓属 *Plagiomnium*	11	3.85
3	真藓属 *Bryum*	10	3.50
4	凤尾藓属 *Fissidens*	9	3.15
5	小石藓属 *Weisia*	7	2.45
6	美喙藓属 *Eurhynchium*	7	2.45
7	绢藓属 *Entodon*	7	2.45
8	羽藓属 *Thuidium*	6	2.10
9	扭口藓属 *Barbula*	6	2.10
10	净口藓属 *Gymnostomum*	6	2.10
11	扁萼苔属 *Radula*	5	1.75
12	地钱属 *Marchantia*	5	1.75
13	白发藓属 *Leucobryum*	5	1.75
14	泽藓属 *Philonotis*	5	1.75
15	麻羽藓属 *Claopodium*	5	1.75
16	长喙藓属 *Rhynchostegium*	5	1.75
17	灰藓属 *Hypnum*	5	1.75
总计 Total		118	41.26

从表5还可以看出，该区苔藓区系以北方温带成分（共占 37.12%）、热带成分（共占 31.82%）和东亚成分（30.30%）占绝对优势，三者所占比例相差不大，共同组成了该苔藓区系成分的主体（99.24%）。该区的种子植物区系属东亚植物

表 5 贵州施秉喀斯特世界自然遗产提名地苔藓植物区系地理成分统计

Table 5 The phytogeographical elements of bryophytes in Shibing karst area

分布型 Areal-patterns	种数 Species number	百分比 Percentage /%	成分类型 Floristic elements	种数 Species number	百分比 Percentage /%
世界分布 Cosmopolitans	22	—	世界广布 Cosmopolitans	22	—
泛热带分布 Pantropic	2	0.76	热带成分 Tropic element	84	31.82
热带亚洲和热带美洲间断分布 Tropical Asia and Tropical America disjuncted	4	1.52			
旧世界热带分布 Old World Tropics	5	1.89			
热带亚洲至热带大洋洲分布 Tropical Asia to Tropical Australia	6	2.27			
热带亚洲至热带非洲分布 Tropical Asia to Tropical Africa	4	1.52			
热带亚洲分布 Tropical Asia	63	23.86			
北温带分布 North Temperate	79	29.92	北方温带成分 Northern temperate element	98	37.12
东亚至北美洲际间断分布 East Asia and North America disjuncted	12	4.55			
旧世界温带分布 Old World Temperate	6	2.27			
温带亚洲分布 Temperate Asia	1	0.38			
地中海，西亚至中亚分布 Mediterranean, West Asia to Central Asia	2	0.76	古地中海成分 Acient Mediterranean element	2	0.76
东亚分布 East Asia	48	18.18	东亚成分 East Asian element	80	30.30
中国特有分布 Endemic to China	32	12.12			
总计 Total	264(286)	100	总计 Total	264(286)	100

注：世界分布未列入统计。 Note：Cosmopolitans is not included in the statisties

区中国－日本森林植物亚区的华中地区“川、鄂、湘”亚地区（吴征镒等，2011），其温带成分和热带成分相差不大，具有典型的亚热带性质（王荷生，1998）。作为孢子植物，该区的苔藓区系地理成分也证明了这一点。

以上特征反映了施秉喀斯特提名地苔藓区系从温带向热带过渡的性质，并具有温热并重、东亚色彩浓厚、特有性较高的特征。施秉喀斯特地处我国阶梯地势第二级与第三级的过渡地区，是一个河流深切的中亚热带喀斯特峡谷区域，属于中亚热带山地湿润气候，正是这种特殊的地理和气候特征造就了该苔藓区系的复杂性和特殊性。

4 与其它地区苔藓区系的关系

为了解施秉喀斯特提名地苔藓区系特征及其分布、演化等规律，本文选取贵州贵阳香纸沟（彭涛，2006）、贵州兴义马岭河峡谷（赵传海，2006）、云南罗平喀斯特河谷（李晓娜，2006）、海南尖峰岭（孙悦，2011）、浙江金华山（郭水良和曹同，2001）与其进行比较。

4.1 地理环境、气候及植被类型的比较

六个地区的地理环境、气候和植被类型等基本信息如表 6 所示。

4.2 物种丰富度比较

一个苔藓区系中的物种丰富度不能仅从种数去考虑，还应对科、属、种进行综合评估。如表 7 所示，6 个区域中排在前四位的施秉、罗平、香纸沟和马岭河均属于中国苔藓植物地理分区的云贵区。云贵区的苔藓种类由于海拔高度存在明显差距，物种丰富而多样，成为中国苔藓种类最复杂的地区之一（吴鹏程和贾渝，2006）。施秉喀斯特地区的苔藓植物物种丰富度在 6 个区域中最高，这与该区面积大、海拔跨度大、生境异质性高、人为影响小、环境质量好是分不开的。

4.3 优势属比较

从表8可以看出，世界广布的真藓属、温带分布的青藓属、温热地区分布的凤尾藓属是大部分区域存在的优势属。香纸沟、马岭河、罗平和施秉等4个区域的优势属相似度较高，四地的优势属均反映了温热并存的区系特征。金华山的苔藓优势属反映了其以温带为主的区系特性。尖峰岭的苔藓优势属与其它区域差异大，反映了该区系的热带特征。

4.4 区系地理成分比较

苔藓植物地理成分区系谱是指某一特定苔藓植物区系中各区系成分百分率的集合，反映了各种区系成分在该区系中占有的比率或对其区系总体的贡献，有利于在研究苔藓植物区系间的关系时消除调查面积和物种丰富度对其的影响（马克平等，1995）。6个区域的苔藓区系地理成分谱系如表9所示。

根据FER值对6个区域进行聚类分析，其结果（图1）与优势属的对比结果一致。六个区域的苔藓植物区系成分关系树状图很明显地分为3组：施秉与香纸沟、马岭河和罗平喀斯特河谷以步长=1聚为关系最近的一组，这4个区域同属中国苔藓地理分区中的云贵区，相邻的地理位置、同为碳酸盐岩岩性、相似的海拔和气候、相同的植被类型等特征决定了其苔藓地理区系一脉相承，温热成分并重；属于华东区的浙江金华山，最低海拔较第一组低，偏东北的地理坐标以及局部喀斯特、大部流纹岩的岩性使其苔藓区系自成一派，温热并存但以温带成分为主，与第一组在步长=16处聚在一起；第三组为位于岭南区

表6 六个区域地理环境、气候和植被类型

Table 6 The geographical information, climate zones and vegetation types of six sites

区域 Region	地理位置 Coordinate	海拔 Elevation /m	面积 Area /km^2	岩性 Lithology	气候带 Climate zone	植被类型 Vegetation type
香纸沟 Xiangzhigou area	N 26°33′, E 106°45′	960~1563	54	白云岩、石灰岩	亚热带季风湿润气候	常绿阔叶林
马岭河峡谷 Malinghe river valley	N 25°9′, E 104°56′	900~1210	60	白云岩、石灰岩	中亚热带湿润季风气候	常绿阔叶林
罗平喀斯特河谷区 Karst river valleys in Luoping	N 24°4′, E 104°20′	700~1930	53	石灰岩、白云岩	南亚热带和暖温带共存的高原季风气候	常绿阔叶林
尖峰岭保护区 Jianfengling nature reserve	N 18°52′, E 109°19′	200~1412	202	花岗岩	热带雨林气候	热带雨林、常绿阔叶林、高山矮林
金华山 Jinhuashan Mountain	N 29°13′, E 119°38′	400~1312	10	流纹岩为主，局部石灰岩	亚热带山地季风气候	常绿阔叶林、落叶常绿阔叶混交林
施秉喀斯特 Shibing karst area	N 27°10′, E 108°05′	593~1246	283	白云岩	中亚热带季风湿润气候	常绿阔叶林、常绿硬叶林

表7 六个区域苔藓植物的物种丰富度排序

Table 7 Species abundance ordination of bryophytes in six sites

排序 Ordination	区域 Region	科数 Family number	属数 Genus number	种数 Species number	丰富度指数 Abundance index
1	施秉喀斯特	50	128	286	0.57
2	罗平喀斯特河谷区	45	110	281	0.26
3	香纸沟	42	110	281	0.19
4	马岭河峡谷	41	105	250	-0.01
6	尖峰岭保护区	40	93	238	-0.20
7	金华山	38	77	140	-0.80

表 8　六个区域的苔藓植物优势属

Table 8　The dominant genera of bryophytes in six sites

排序 Ordination	香纸沟 Xiangzhigou	马岭河 Malinghe	罗平 Luoping	尖峰岭 Jianfengling	金华山 Jinhuashan	施秉 Shibing
1	青藓属 *Brachythecium*(17)	凤尾藓属 *Fissidens*(19)	青藓属 *Brachythecium*(18)	凤尾藓属 *Fissidens*(12)	真藓属 *Bryum*(9)	青藓属 *Brachythecium*(14)
2	凤尾藓属 *Fissidens*(15)	真藓属 *Bryum*(16)	凤尾藓属 *Fissidens*(17)	扁萼苔属 *Radula* (10)	青藓属 *Brachythecium*(9)	匐灯藓属 *Plagiomnium*(11)
3	真藓属 *Bryum*(10)	扭口藓属 *Barbula*(9)	真藓属 *Bryum*(14)	耳叶苔属 *Frullania*(9)	凤尾藓属 *Fissidens*(7)	真藓属 *Bryum*(10)
4	扭口藓属 *Barbula*(10)	青藓属 *Brachythecium*(8)	绢藓属 *Entodon*(11)	网藓属 *Syrrhopodon*(9)	羽藓属 *Thuidium*(5)	凤尾藓属 *Fissidens*(9)
5	石灰藓属 *Hydrogonium*(9)	美喙藓属 *Eurhynchium*(7)	扭口藓属 *Barbula*(10)	疣鳞苔属 *Cololejeunea*(8)	匐灯藓属 *Plagiomnium*(5)	小石藓属 *Weisia*(7)
6	粗枝藓属 *Gollania*(9)	偏蒴藓属 *Ectropothecium*(6)	灰藓属 *Hypnum*、短月藓属 *Brachymenium*、石灰藓属 *Hydrogonium*(8)	顶胞藓属 *Acroporium*(8)	—	美喙藓属 *Eurhynchium*(7)
7	美喙藓属 *Eurhynchium*(8)	净口藓属 *Gymnostomum*、毛口藓属 *Trichostomum*、丝瓜藓属 *Pohlia*、羽藓属 *Thuidium*、绢藓属 *Entodon*(5)		白发藓属 *Leucobryum*(8)	—	绢藓属 *Entodon*(7)

注：括号内数字代表该属所含种数。　Note: Figures in brackets represent the species in the genus

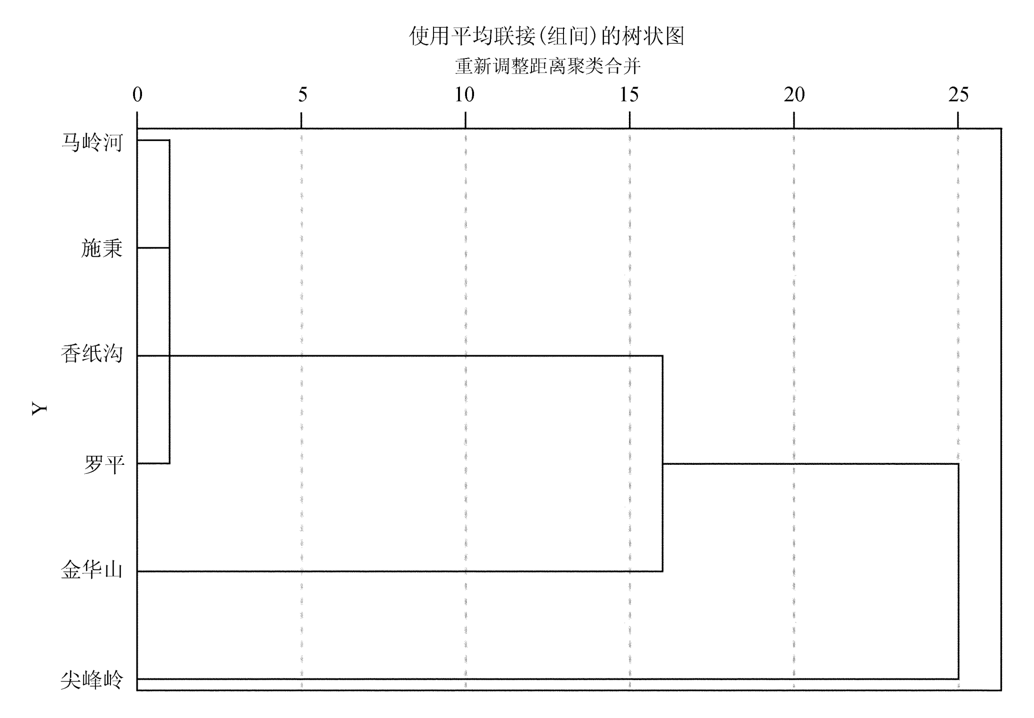


图 1　六个区域苔藓植物区系地理成分聚类分析

Fig. 1　Hierarchical cluster analysis of bryoflora of six sites

表9 六个区域的苔藓植物区系地理成分谱系

Table 9 Bryofloristic spectrum of the six sites

区系成分 The Phytogeographical Elements	香纸沟 Xiangzhigou	马岭河 Malinghe	罗平 Luoping	尖峰岭 Jianfengling	金华山 Jinhuashan	施秉 Shibing
热带分布 Tropics	91/33.58	70/29.54	82/31.06	153/66.81	13/11.11	84/31.82
北温带分布 North Temperate	67/24.72	57/24.05	52/19.70	11/4.80	32/27.35	79/29.92
东亚至北美洲际间断分布 East Asia and North America disjuncted	10/3.69	8/3.38	12/4.55	4/1.75	8/6.84	12/4.55
旧世界温带分布 Old World Temperate	4/1.48	5/2.11	2/0.76	5/2.18	6/5.13	6/2.27
温带亚洲分布 Temperate Asia	10/3.69	13/5.49	1/0.38	1/0.44	—	1/0.38
东亚分布 East Asia	64/23.62	44/18.57	58/21.97	42/18.34	57/48.72	48/18.18
地中海，西亚至中亚分布 Mediterranean, West Asia to Central Asia	—	3/1.27	4/1.52	—	—	2/0.76
中国特有分布 Endemic to China	25/9.23	37/15.61	53/20.08	13/5.68	1/0.85	32/12.12

注：数值格式为 FEi/FER（%）；热带分布包括：泛热带（Pantropic）、热带亚洲（Tropical Asia）、热带亚洲至热带非洲（Tropical Asia to Tropical Africa）、旧世界热带（Old World Tropics）、热带亚洲至热带大洋洲（Tropical Asia to Tropical Australia）、热带亚洲和热带美洲间断分布（Tropical Asia and Tropical America disjuncted）

的尖峰岭，经度虽与第一组差别不大，但更低的纬度和海岛特征造成其热带雨林的气候特征，加之花岗岩岩性和较低的最低海拔使其具明显热带性质的苔藓区系与施秉喀斯特提名地亲缘关系最远。

致谢 贵州师范大学中国南方喀斯特研究院研究生赵志成、李世奇、肖静怡等参与标本采集与整理、记录等工作；施秉县风景名胜区管理处的王云、邓朝文两位副局长为作者做向导，并为野外工作提供了诸多便利条件。

〔参 考 文 献〕

胡人亮，1987. 苔藓植物学［M］. 北京：高等教育出版社

孙悦，2011. 尖峰岭国家自然保护区苔藓植物物种多样性研究（硕士学位）［D］. 海口：海南大学

王荷生，1992. 植物区系地理［M］. 北京：科学出版社

吴征镒，1983. 中国自然地理——植物地理（上册）［M］. 北京：科学出版社

吴征镒，孙航，周浙昆，2011. 中国种子植物区系地理［M］. 北京：科学出版社

Guo SL（郭水良），Cao T（曹同），2001. Preliminary report of bryoflora from Jinhua Mountain, Zhejiang province, China［J］. *Journal of Zhejiang Normal University*（Natural Science）（浙江师大学报 自然科学版），**24**（1）：55—61

Holz I, Gradstein SR, 2005. Phytogeography of the bryophyte floras of oak forests and pa′ramo of the Cordillera de Talamanca, Costa Rica［J］. *Journal of Biogeography*, **32**（9）：1591—1609

Li XN（李晓娜），2006. Bryophytes of karst valleys in Luoping County, Yunnan Province（PhD）［D］. Guiyang：Guizhou Normal University

Ma KP（马克平），Gao XM（高贤明），Yu SL（于顺利），1995. On the characteristics of the flora of Dongling Mountain area and its relationship with a number of other mountainous floras in China［J］. *Bulletin of Botanical Research*（植物研究），**15**（4）：501—515

Peng T（彭涛），2006. Diversity of the bryophytes and its relationship with travertine deposition of stream-waterfalls in Xiangzhigou, Guizhou［D］. Guiyang：Guizhou Normal University

Wang HS（王荷生），1998. Characteristics of spermatophyte forest floras in China［J］. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*（热带亚热带植物学报），**6**（2）：87—96

Wu PC（吴鹏程），Jia Y（贾渝），2006. The regionalization and distribution types of the bryophytes in China［J］. *Journal of Plant Resources and Environment*（植物资源与环境学报），**15**（1）：1—8

Wu ZY（吴征镒），1991. The areal-types of Chinese genera of seed plants［J］. *Acta Botanica Yunnanica*（云南植物研究），**1**（9）：1—139

Zhang L, Corlett RT, 2003. Phytogeography of Hong Kong bryophytes［J］. *Journal of Biogeography*, **30**（9）：1329—1337

Zhang ZH（张朝晖），Wang CL（王承录），Wang ZH（王智慧），1997. A preliminary survey of the bryophytes in the mountain Yuntai karst forest area, Shibing county, Guizhou province［J］. *Guizhou Science*（贵州科学），**15**（1）：70—76

Zhao CH（赵传海），2006. Bryoflora, ecology and travertine deposition of bryophytes in Malinghe river valley［D］. Guiyang：Guizhou Normal University